

Fluent 모형을 이용한 4방향 합류맨홀의 흐름특성 분석

Analysis of Flow Characteristics in Four-Way Combining Manholes Using Fluent Model

김채린*, 김정수**, 한정석***, 윤세의****
Chae Rin Kim, Jung Soo Kim, Jung Suk Han, Sei Eui Yoon

요 지

도시 배수 시스템에서 유입유량이 관거의 만관 상태를 초과하거나 하류 흐름 때문에 발생하는 역류의 영향을 받는다면, 관거 시설은 과부하(surcharge) 상태인 압력흐름이 된다. 중력흐름 상태에서 맨홀의 수두 손실은 일반적으로 무시되지만, 과부하 맨홀에서의 수두 손실은 중요하며, 우수 관거 시스템의 전체 손실에 상당한 부분을 차지하게 된다. 이러한 현상은 여러 개의 맨홀을 가지는 도시 배수 시스템에서 특히 중요한 사항이 된다. 따라서 관거 시설 내 맨홀에서의 수리적 에너지 손실에 대한 연구와 보다 구체적인 설치 기준의 제시가 요구되고 있는 실정이다. 특히 배수관거 시스템의 하류부에 설치되는 4방향 합류맨홀은 맨홀으로 유입되는 주 유입관과 측면 유입관의 유입흐름의 영향으로 맨홀 내의 유수교란에 의한 흐름특성이 복잡하므로 이에 따른 흐름특성의 변화를 분석하고 에너지 손실을 연구할 필요가 있다. 그러므로 우수 관거 시스템의 우수 배제 능력을 증가시켜 도심지의 침수를 방지하기 위한 관거시설의 적정 설계 기준이 필요하며, 합리적인 설계 기준을 제시하기 위하여 과부하 4방향 합류 맨홀 내에서의 수두 손실을 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 수리모형 실험의 물질적, 시간적 한계를 극복하고 과부하 4방향 합류맨홀에서의 복잡한 흐름특성을 분석하기 위하여 일반적으로 3차원 유체거동의 특성분석에 많이 사용되는 FLUENT 6.3 모형을 선택하였다. 합류맨홀 및 접합 관거의 기하 모형의 격자망은 수치해석의 안정성 확보를 위하여 맨홀과 연결관의 합류부분에서는 사면체 격자로 구성하고 합류부분을 제외한 구간에서는 6면체 격자로 구성하였으며, 각 격자의 면은 가능한 사각형 또는 삼각형의 형태를 취하도록 하였다. 합류맨홀 모형의 벽면에는 No-Slip 경계조건을 부여하였으며, 유입부에는 속도 조건, 유출부와 맨홀의 자유수면 부분의 경계에서는 대기압 조건을 부여하였다. 수리모형 실험 결과와 비교하기 위하여 유입 관거의 유속 조건을 수리 모형실험의 조건과 동일하게 채택하여 수치모의를 수행하였다. 수치모형의 적용 결과 맨홀 내에서의 유속변화, 수심변화 및 압력변화에 대해서는 수리모형 실험 결과와 유사한 경향을 나타내고 있으며, 수치모형에 의하여 산정된 4방향 합류 맨홀에서의 손실계수 값과 수리모형 실험에 의하여 산정된 손실계수 값이 유사하므로 우수 관거 시스템의 4방향 합류맨홀에서의 흐름 변화 및 손실계수 예측하는 데에 있어서 FLUENT 6.3 모형은 사용 가능하리라 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(13AWMP-B066744-01)에 의해 수행되었습니다.

핵심용어 : 4방향 합류맨홀, 손실계수, Fluent 모형, 도시 배수 시스템

* 정희원 · 경기대학교 대학원 토목공학과 석사과정 · E-mail : crcr404@naver.com
** 정희원 · 부천대학교 토목과 조교수 · E-mail : hydroguy@naver.com
*** 정희원 · 부천대학교 토목과 부교수 · E-mail : jshan@bc.ac.kr
**** 정희원 · 경기대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : syyoon@kgu.ac.kr